



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Gebrauchsmuster**
⑩ **DE 297 00 027 U 1**

⑤① Int. Cl.⁶:
G 21 C 17/01
B 25 J 19/00
G 01 N 29/00
G 01 N 27/90

②① Aktenzeichen:	297 00 027.6
②② Anmeldetag:	2. 1. 97
④⑦ Eintragungstag:	30. 4. 98
④③ Bekanntmachung im Patentblatt:	10. 6. 98

⑦③ Inhaber:
Siemens AG, 80333 München, DE

⑤④ Prüfmanipulator zur Wirbelstrom- und Ultraschallprüfung von hohlzylindrischen Kernreaktorbauteilen,
insbesondere von Steuerstabantriebsgehäusen

DE 297 00 027 U 1

DE 297 00 027 U 1

02.01.97
1

Beschreibung

Prüfmanipulator zur Wirbelstrom- und Ultraschallprüfung von
hohlzylindrischen Kernreaktorbauteilen, insbesondere von
5 Steuerstabantriebsgehäusen

Die Erfindung betrifft einen Prüfmanipulator zur Prüfung ei-
nes hohlzylindrischen Kernreaktorbauteils, insbesondere eines
abgestuft verjüngten Gehäuseteils, wobei der Prüfmanipulator
10 von einer Seite in das Bauteil eingeführt wird und mehrere
Sonden (z.B. Ultraschall- und Wirbelstromsonden) aufweist.
Vor allem betrifft die Erfindung einen Prüfmanipulator zur
Innenprüfung von Steuerstabantriebsgehäusen in Kernreaktoren,
insbesondere Siedewasserreaktoren.

15 Steuerstabantriebsgehäuse sind in der Regel hohlzylindrische,
abgestuft verjüngte Bauteile, die im unteren, größeren Teil
mehrere (meistens zwei) Schweißnähte enthalten und im oberen,
engeren Teil mit einer Schweißnaht mit dem Reaktordruckbehäl-
20 ter verbunden sind. Diese Schweißnähte können mit Ultraschall
(US) und Wirbelstrom (WS) geprüft werden. Es sind Manipulato-
ren bekannt geworden, die mittels eines Schubschlauches einen
Prüfkopf an die zu untersuchende Schweißnaht verfahren. Das
Verfahren mittels Schubschlauches führt zu einer hohen Unge-
25 nauigkeit beim Positionieren des Prüfkopfträgers im Rohr, und
der Prüfkopf muß für die Prüfung jeder Schweißnaht neu ausge-
richtet werden. Da sich das Steuerstabantriebsgehäuse im
oberen Teil verjüngt, muß bei der Prüfung der in diesem Teil
liegenden Schweißnaht zusätzlich der Prüfkopf ausgetauscht
30 werden. Der Aufbau des Prüfsystems in dieser Weise führt zu
ungenauen Meßergebnissen und aufgrund langer Rüst- und Meß-
zeiten zu hohen Dosisbelastungen des Personals.

Es sind deshalb bereits Prüfmanipulatoren im Einsatz, bei de-
35 nen der Schubschlauch durch teleskopierbare Schienen ersetzt

02.01.97
2

ist. Werden jedoch die Schienen durch Einschieben der Teleskopverbindungen verkürzt, so bilden die elektrischen Anschlüsse der Sonden Schleifen, die sich mit den verschiebbaren Teleskoprohren verkeilen können und zu Knickstellen und Beschädigungen führen. Außerdem muß ein Koppelmedium (in der Regel deionisiertes Wasser) in das Gehäuse geführt werden und daher an dem offenen Ende, an dem die Schienen an eine Antriebseinheit zum Drehen und Verschieben der Prüfsysteme angeschlossen sind, abgedichtet werden. Bei den engen räumlichen Verhältnissen und den komplizierten Dichtungen ist ein Auswechseln beschädigter Kabel äußerst schwierig und mit einer Vielzahl von zeitaufwendigen Montageschritten verbunden.

Die Erfindung hat sich die Aufgabe gestellt, einen störungsfälligen und reparaturfreundlichen Prüfmanipulator für die US-Prüfung, insbesondere eine kombinierte WS- und US- Prüfung von Steuerstabantriebsgehäusen oder ähnlichen hohlzylindrischen Kernreaktorbauteilen, bereit zu stellen, welcher in einem Prüfvorgang alle Schweißnähte solcher Bauteile prüft.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen Prüfmanipulator mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben. Dabei kommt ein modular aufgebauter Prüfmanipulator zum Einsatz, welcher mit Prüfköpfen zur WS- und US-Prüfung der Schweißnähte des Steuerstabantriebsgehäuses bestückt ist.

Am unteren Ende des Prüfmanipulators sitzt bei der nachstehend beschriebenen, besonders vorteilhaften Ausführungsform eine Antriebseinheit, die aus zwei Antriebsachsen besteht und die ein zentral gelagertes Hüllrohr verfahren kann. Das Hüllrohr kann durch eine Antriebsachse in Drehung versetzt und durch die andere Antriebsachse axial verfahren werden. Die Antriebseinheit wird mit einer Adapterplatte, die eine Zu- und Ableitung für Ankoppelmedium besitzt, am Steuerstaban-

02.01.97
3

- triebsgehäuses befestigt und dieses so wasserdicht abgeschlossen. Ein im Hüllrohr gelagertes Zentralrohr, welches aus mehreren zusammenkuppelbaren Einheiten besteht, ragt in das Steuerstabantriebsgehäuse hinein. An definierten Stellen
- 5 des Zentralrohres sitzen Prüfsystemträger zum Prüfen der Schweißverbindungen, welche untereinander möglichst den selben Abstand haben, wie die zu prüfenden Schweißnähte. Dieser Abstand kann an den jeweiligen Gehäusotyp angepaßt werden, indem Zwischenstücke in das Zentralrohr eingekoppelt werden.
- 10 Die Prüfsystemträger sind zur Feinjustierung zudem um einen gewissen Betrag längs des Zentralrohres verschiebbar ausgeführt. Im Inneren des Zentralrohres befinden sich mindestens sämtliche elektrischen Zuleitungen für die Prüfsystemträger, wie z.B. Spannungsversorgung. Die Verbindung der Zuleitungen
- 15 beim Koppeln der Rohrstücke erfolgt im Inneren der Rohrenden der einzelnen Zentralrohrmodule mit Hilfe von Steckverbindungen. Die Zentralrohrmodule besitzen eine Kopplung, die das wasserdichte und kraftschlüssige Verbinden der Zentralrohrmodule erlaubt. Das Zentralrohr bildet so einen wasserdicht
- 20 abgeschlossenen Kabelschacht, in dem die Zuleitungen entsprechend den zwischengekoppelten Zentralrohrmodulen durch einfache elektrische Steckverbindungen an die erforderliche Länge angepaßt werden können.
- 25 Im unteren, größeren Teil des Steuerstabantriebsgehäuses kommen dabei bevorzugt zwei Prüfsystemträger zum Einsatz, sowie ein weiterer kleinerer Prüfsystemträger, der im oberen, sich verjüngenden Teil eingesetzt wird. Die Prüfsystemträger für den größeren Gehäuseteil tragen z.B. je sechs Prüfköpfe am
- 30 Umfang, vier US-Prüfköpfe und zwei WS-Prüfköpfe. Der kleinere Träger für den oberen Gehäuseteil ist vorteilhaft mit zwei bis drei US-Prüfköpfen am Umfang bestückt. Die Prüfsystemträger können um einen gewissen Betrag axial verschoben und festgesetzt werden. Die Zuleitungen werden aus dem Inneren
- 35 des Zentralrohres auf einen seitlichen Vorsprung geführt und

02.01.97
4

- münden in Kontaktstiften. Elektrische Zuleitungen stellen die Verbindung zwischen den Kontaktstiften und den Prüfköpfen her. Die Länge dieser elektrischen Zuleitungen entspricht dabei dem maximalen Betrag um den der Prüfsystemträger axial am Zentralrohr verfahren werden kann. Werden die Prüfsystemträger axial verschoben, so können die elektrischen Zuleitungen Schleifen bilden, die höchsten dem Betrag der maximalen Längsverschiebung entsprechen. Für die Schleifenbildung steht zudem zwischen dem Zentralrohr und dem zu untersuchenden Bauteil ausreichend Raum zur Verfügung. Die Zuleitungen sind durch das Zentralrohr vor Beschädigungen geschützt. Schäden können höchstens zwischen den Kontaktstiften und den Prüfköpfen auftreten. Diese elektrischen Zuleitungen sind aber von außen leicht zugänglich und können einfach ersetzt werden.
- Die Ankopplung des Zentralrohres an die Antriebseinheiten und der Zuleitungen an eine Auswerteeinheit erfolgt außerhalb des mit der Adapterplatte wasserdicht verschlossenen Bauteils. Komplizierte Dichtungen zwischen Zentralrohr und Antriebseinheit können daher entfallen.
- Die Prüfköpfe sind vertikal verfahrbar zu der zu prüfenden Innenwand des Bauteils ausgeführt und können an diese angefedert sein. Zusätzlich können die Prüfköpfe durch eine Vorrichtung aktiv vertikal zur Innenwand des Bauteils verfahren werden um z.B. Beschädigungen der Prüfköpfe beim Einfahren des Prüfmanipulators in das Bauteil zu verhindern. Die Vorrichtung kann von außen z.B. hydraulisch oder pneumatisch betätigt werden. Durch diese vorteilhafte Ausführungsform kann eine aufwendige Vollkardanaufhängung der Prüfsystemträger und der Prüfköpfe mit Hebelmechanismen und pneumatischer Fernbedienung entfallen.

Bei dem oben beschriebenen Prüfmanipulator können sämtliche Schweißnähte durch US- und WS-Prüfung in einem Prüfvorgang untersucht werden. Dies reduziert Rüst- und Prüfzeiten und

02.01.97
5

- führt zu einer geringeren Dosisbelastung des Personals. Die Befestigung der Prüfsystemträger an definierten Stellen des starren Zentralrohres erlaubt eine genauere Positionierung gegenüber der Positionierung mittels eines Schubschlauches,
- 5 vermeidet die Schlaufenbildung des Kabelbaums bei einer teleskopartigen Ausführung und führt weiterhin zu einer mechanisch weniger aufwendigen Konstruktion und damit höheren Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit des Prüfmanipulators.
- 10 Diese Vorteile treten vor allem dann auf, wenn mehrere Schweißnähte geprüft werden sollen, die jeweils ungefähr kreisförmig um die Achse eines Bauteils mit hohlzylindrischem Querschnitt verlaufen.
- 15 Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert.
- Dabei zeigen
- 20 FIG 1 einen Schnitt durch ein Steuerstabantriebsgehäuse mit einem Prüfmanipulator;
- FIG 2 einen vergrößerten Ausschnitt aus Fig. 1.
- 25 In Fig. 1 sitzen am unteren Ende des Prüfmanipulators zwei Antriebseinheiten 5 und 6, welche ein zentral gelagertes Hüllrohr 4 verfahren können. Das Hüllrohr 4 kann durch eine Antriebseinheit 6 axial verfahren werden. Beide Antriebseinheiten werden außerhalb des zu untersuchenden Bauteils 1 an
- 30 einer Adapterplatte 7 angeschlossen. Die Adapterplatte 7 besitzt zur Flutung des Bauteils 1 einen Zu- und Ablauf 8, mit dem ein Ankoppelmedium in das Bauteils 1 ein- und ausgelassen werden kann. Ein im Hüllrohr 4 gelagertes Zentralrohr 3, welches aus mehreren zusammenkoppelbaren Zentralrohrmodulen besteht,
- 35 ragt in das Bauteil 1 hinein und kann mit einer An-

02.01.97
6

triebseinheit 5 in Drehung versetzt werden. An definierten Stellen des Zentralrohres 3 sitzen Prüfsystemträger 15 zum Prüfen der Schweißverbindungen 2, welche untereinander den selben Abstand haben, wie die zu prüfenden Schweißnähte 2.

5 Der Abstand der Prüfsystemträger 15 zueinander kann durch Einkoppeln verschieden langer Zentralrohrmodule eingestellt werden. Die Zentralrohrmodule besitzen dazu an ihren Enden Kopplungen 14, die eine wasserdichte und kraftschlüssige Verbindung der einzelnen Zentralrohrmodule ermöglichen. Die

10 Prüfsystemträger 15 sind für die Feinjustierung entlang der Pfeile 17 axial verschieb- und festsetzbar angeordnet. Die Prüfsystemträger 15 besitzen zur Prüfung der Innenwand des Bauteils 1 Prüfköpfe 16, die vertikal zur Innenwand des Bauteils 1 verfahrbar ausgeführt sind und an dieser angefedert

15 sein können.

Im Inneren des Zentralrohres 3 befinden sich die elektrischen Zuleitungen für die Prüfsystemträger 15, wie z.B. die Spannungsversorgung für die Prüfköpfe 16. Die Verbindung der Zuleitungen 9 beim Koppeln der Zentralrohrmodule erfolgt im Inneren des Zentralrohres 3 mit Hilfe von einfachen Steckverbindungen 13, die nicht wasserdicht ausgeführt sein müssen, da das Innere des Zentralrohres einen wasserdicht abgeschlossenen Kabelschacht bildet. Die Zuleitungen 9 zu den Prüfköpfen 15 werden so durch Zusammenstecken an die erforderliche

20 Länge, ohne Schlaufenbildung angepaßt. Die Zuleitungen 9 sind in einen seitlichen Vorsprung 10 geführt und münden in Kontaktstiften 11. Von dort führt eine isolierte, flexible, elektrische Zuleitung 12 zu den Prüfköpfen 16.

30

Fig. 2 zeigt einen vergrößerten Ausschnitt des Zentralrohres 3 mit Kopplung 14 und Prüfsystemträger 15 nach Fig. 1. Die Kopplungsstücke 14 werden durch Schraubverbindungen 23 am Ende jeden Zentralrohrmoduls wasserdicht und formschlüssig

35 befestigt. Die Kopplungsstücke 14 können untereinander eben-

02.01.97
7

falls mit Schraubverbindungen 22 wasserdicht und kraftschlüssig verbunden werden. Die Zuleitungen 9 werden mit Hilfe von einfachen Steckverbindungen 13 an die entsprechende Länge angepaßt. Die Zuleitungen sind auf Höhe der Prüfsystemträger 15 in einen fest am Zentralrohr 3 befestigten seitlichen Vorsprung 10 geführt und münden in Kontaktstiften 11. Von den Kontaktstiften führen isolierte, flexible, elektrische Zuleitungen 12 zu den Prüfköpfen 16. Jeder seitliche Vorsprung 10 besitzt zusätzlich zu den für die Versorgung der am Prüfsystemträger 15 angebrachten Prüfköpfe 16 weitere, unbesetzte Kontaktstifte 11. Diese Kontaktstifte 11 können beim Ausfall einzelner Zuleitungen 9 dazu verwendet werden, den betroffenen Prüfkopf 16 wieder mit einer Auswerteeinheit zu verbinden. Bei der Feinjustierung des Prüfsystemträgers 15 und der anschließenden Fixierung, z.B. mit Hilfe eines Schraubelements 21, können die flexiblen, elektrischen Zuleitungen 12 nur relativ kleine Schleifen bilden, da der Prüfsystemträger 15 bei der Feinjustierung nur um einen geringen Betrag axial am Zentralrohr 3 verschoben wird. Die flexiblen, elektrischen Zuleitungen 12 sind zudem durch einen verfahrbaren zylindrischen Mantel 18 vor mechanischer Beschädigung durch das Bauteil 1 geschützt.

Die Prüfköpfe 16 können vertikal zur Innenwand des Bauteils 1 verfahren werden und sind an dieser angefedert. Sie sind dazu über einen Hebelarm 20 mit dem Prüfsystemträger 15 verbunden. Dem Hebelarm 20 ist eine Feder zugeordnet, um den Prüfkopf 16 an die Innenwand des Bauteils 1 anzufedern. Der Prüfsystemträger 15 ist mit einem Verschiebeelement 19 verbunden, das den mit ihr fest verbundenen zylindrischen, konzentrisch zum Zentralrohr 3 angeordneten, Mantel 18 axial verfahren kann. Das Verschiebeelement 19 kann z.B. pneumatisch oder hydraulisch von außen angetrieben werden. Wird der zylindrische Mantel 18 axial in Richtung des Prüfkopfes 16 verfahren, so wird der Hebelarm 20 nach und nach in eine zum Zentralrohr

02.01.97
8

- parallelen Stellung gedreht. Der mit dem Hebelarm verbundene Prüfkopf 16 hebt dadurch von der Innenwand des Bauteils 1 ab und kann an das Zentralrohr 3 angelegt werden. Auf diese Weise können die Prüfköpfe 16 aktiv in vertikaler Richtung
- 5 zur Innenwand des Bauteils 1 verfahren werden und Beschädigungen des Prüfkopfes 16 beim Einfahren des Prüfmanipulators in das Bauteil 1 können vermieden werden.

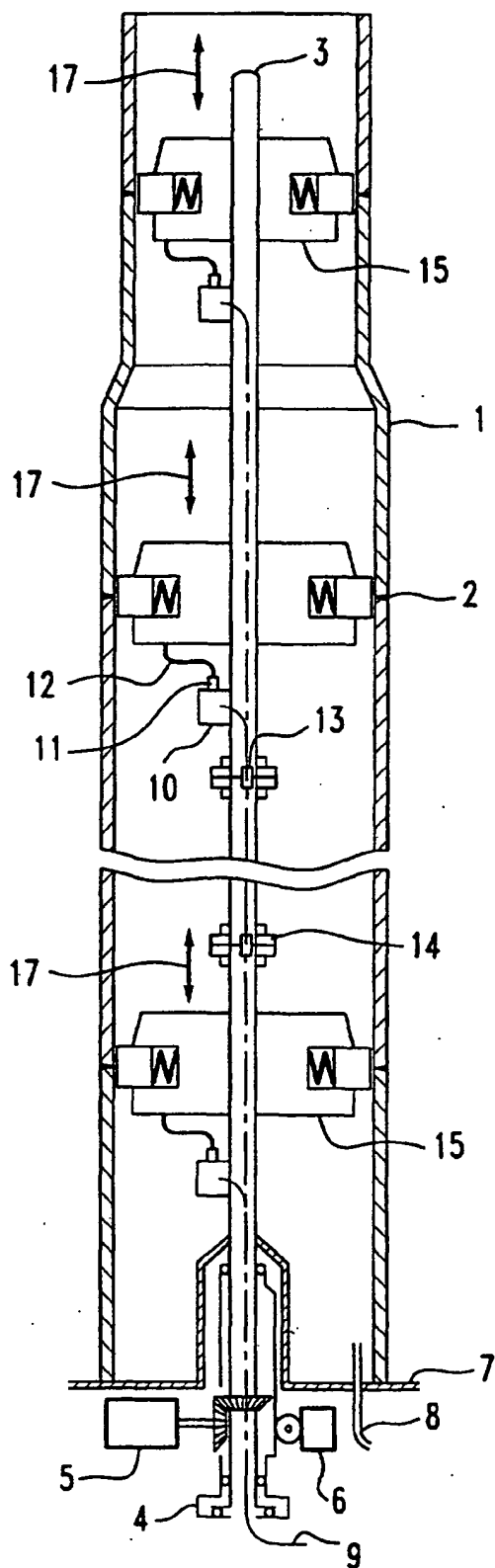
02.01.97
9

Schutzansprüche

1. Prüfmanipulator zur Prüfung eines Kernreaktorbauteils mit ungefähr hohlzylindrischem Querschnitt, insbesondere eines
- 5 rohrförmigen, abgestuft verjüngten Bauteils (1) wobei der Prüfmanipulator von einem Ende aus in das Bauteil (19) einführbar ist und
- g e k e n n z e i c h n e t d u r c h
- 10 a) ein in das Bauteil (1) koaxial einführbares Zentralrohr (3) bestehend aus mehreren Zentralrohrmodulen mit waserdichten Kopplungen (14), das an seinem Ende eine Adapterplatte (7), die über das Endstück übersteht, trägt, mit der es an einem Ende des Bauteils (1) angeschlossen werden kann;
- 15 b) ein in der Adapterplatte drehbar und axial verschiebbar geführtes Endstück, das an eine Antriebseinheit zur Drehung 5 und eine Antriebseinheit zur Axialverschiebung 6 des Zentralrohrs (3) gekoppelt ist;
- 20 c) einen seitlichen Vorsprung (10) an einigen der aneinandergesetzten Zentralrohrmodule und einen zwischen dem seitlichen Vorsprung (10) und einem Ende des Zentralrohrmoduls verschieb- und fixierbaren Prüfsystemträger (15), der mindestens einen Prüfkopf (16) besitzt;
- 25 d) Zuleitungen (9), die außerhalb des Zentralrohrs (3) zu Kontaktstiften (11) auf dem entsprechenden seitlichen Vorsprung (10) geführt sind und die mit den Prüfköpfen (16) über flexible, elektrische Zuleitungen (12) verbunden sind, welche eine der Verschiebbarkeit des Prüfsystemträgers (15) entsprechende Länge besitzen;.
- 30 e) Zuleitungen (9), die im Inneren des Zentralrohrs (3) von den Kontaktstiften zu einer Öffnung im überstehenden Ende des Endstücks führen und jeweils Steckverbindungen (13) besitzen, die auf Höhe der Kopplungen (14) der Zentralrohrmodule angeordnet sind;

02.01.97

1/2



000197

2/2

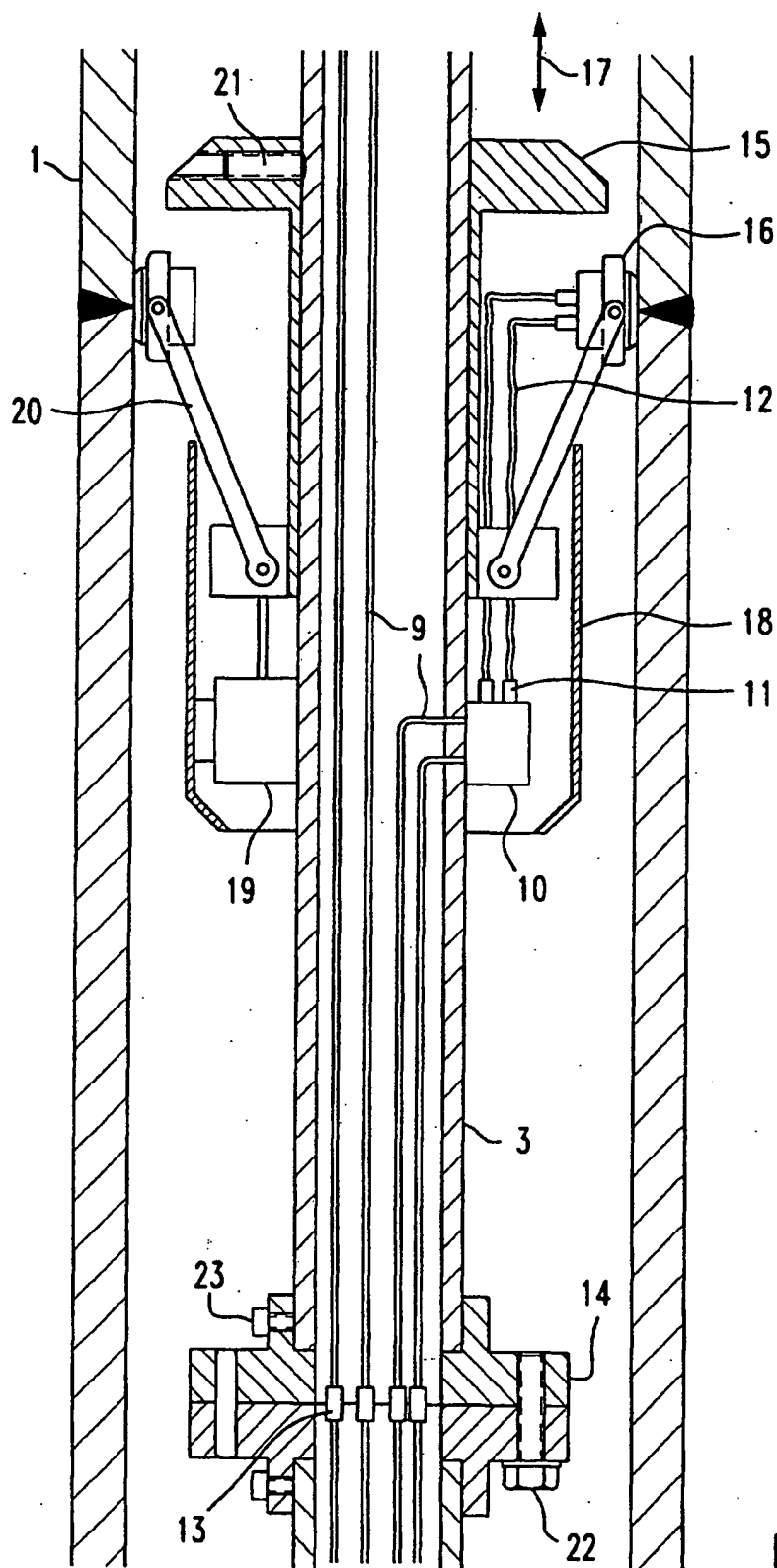


FIG 2